

# **AAP 07.15 – Accompagnement de maîtres d'ouvrage et de gestionnaires de patrimoine pour l'utilisation du BIM et de la maquette numérique en Gestion, Exploitation, Maintenance**

Décembre 2018

## Table des matières

Résumé exécutif .....	2
Introduction .....	3
1. Objectifs de l'appel à projets .....	3
2. Approche méthodologique.....	3
3. Chiffres-clés.....	4
4. Enjeux relatifs à l'intégration du BIM.....	4
Description de l'appel à projets et des travaux menés (aperçu des lauréats de l'appel à projet, contenu des projets et comparaison sur des critères définis, moyens mis en œuvre).....	6
5. Composition des lauréats.....	6
6. Objectifs.....	7
7. Type de bâtiment développé.....	7
8. Etapes du bâtiment où le BIM est intégré.....	8
9. Intégration et implications des parties prenantes .....	8
10. Technologies déployées .....	9
11. Mode de sauvegarde et de gestion des données et pérennisation des informations .....	10
Analyse de l'appel à projet.....	11
12. Coûts de déploiement .....	11
13. Intérêt perçu du BIM (coopération des acteurs / coûts des projets / etc.).....	11
14. Difficultés et leviers d'action .....	11
Conclusions et recommandations vis-à-vis de l'objet des appels à projet.....	13
15. Analyse financière de l'intégration du BIM .....	13
16. Succès de l'expérimentation .....	13
Conclusion générale .....	15

## Résumé exécutif

L'AAP BIM GEM (Gestion, Exploitation, Maintenance) vise à tirer les **enseignements nécessaires pour la modélisation et l'exploitation de la maquette numérique dans le cadre de la démarche de GEM**. Le but était de spécifier et exprimer les **conditions de la maquette numérique** et du BIM sur les différentes phases incluses dans la GEM. Ceci passe par la sélection de divers acteurs (maîtres d'ouvrage public ; gestionnaires de patrimoine privé ; et constructeurs de maisons individuelles) et par l'étude attentive de **l'usage de la maquette numérique dans la démarche de GEM**.

Les lauréats ont notamment cherché à montrer l'intérêt du BIM-GEM comme **vecteur de collaboration** entre les partenaires du projet. La mise en place de réunions de démarrage, d'échange, de suivi sont essentielles pour que chaque acteur du cadre GEM trouve ses besoins couverts par le développement de la démarche BIM. Ceci est à prendre en compte dans la rédaction d'une **convention BIM** permettant la définition des **standards à suivre pour les échanges** et les mises à jour. La maquette numérique constitue aussi un **outil clef dans la réussite des réunions d'information** puisqu'elle rend possible une **communication claire et efficace** qui ne suppose pas la compréhension complète du fonctionnement des outils techniques.

Les **technologies déployées** par les différents projets sont similaires. Les relevés ont été réalisés au scanner laser 3D et parfois au drone. Deux logiciels métiers ont été utilisés par tous les lauréats : **Revit** et **ArchiCAD**. Des logiciels alternatifs ont été utilisés parfois afin de réaliser des comparaisons. Les échanges entre ces différents logiciels se sont toujours produits en **IFC**, avec l'exploration de formats alternatifs dans certains cas.

Tous les lauréats s'accordent sur les principaux intérêts du BIM : **centralisation** des données ; **valorisation** et **pérennisation** des données sur le patrimoine ainsi que meilleure connaissance de celui-ci ; **optimisation** de la gestion et de la qualité des prestations ; meilleure **collaboration** et partage de données facilement interprétables et accessibles entre les acteurs ; **gain de temps et productivité** et **maîtrise des dépenses**.

Cependant, les porteurs de projets ont été confrontés à certaines difficultés. En particulier, **la compatibilité partielle entre les différents logiciels métiers**. Les acteurs travaillent avec **différents formats**, disposent de **définitions des objets à modéliser** qui leur sont spécifiques, etc. La **standardisation** constitue donc un point crucial pour rendre possibles les échanges et permettre une gestion commune et collaborative d'un ouvrage existant. La **définition du niveau de détail nécessaire** est également un obstacle technique à surmonter, d'autant plus que les différents acteurs ont des besoins spécifiques. Il convient donc qu'un accord préalable sur les **données utiles à la modélisation** soit trouvé. La collaboration entre les différents acteurs et le travail itératif constituent les principaux leviers d'action pour résoudre la **granulométrie** caractéristique des interactions entre différents métiers. Une solution possible consiste à partir du fichier le plus détaillé puis réaliser une extraction en plusieurs temps, qui réduira le niveau de précision jusqu'à atteindre le niveau désiré. Chaque projet doit donc bénéficier d'une **charte de modélisation personnalisée** qui précise la **structuration de données**. Un autre problème technique qui limitait l'intégration des parties prenantes et l'exploitation de la démarche BIM concernait le **manque de connaissances sur le BIM** des acteurs concernés par l'expérimentation. Des **formations** et un **support** assuré par des experts ont été nécessaires pour garantir **une appropriation et une exploitation correctes** du processus et des outils de gestion techniques. *In fine*, un obstacle majeur dans la gestion patrimoniale réside dans la **dispersion de la donnée patrimoniale**. Ceci se traduit par une difficulté technique et organisationnelle : il est nécessaire que quelqu'un possède, en interne, les **compétences requises** pour comprendre et exploiter les différents supports sur lesquels se trouvent les données. En outre, les emplacements étant distincts, la collecte des données est un processus **extrêmement chronophage**.

Les différents retours d'expérience des lauréats montrent l'utilité de l'AAP lancé par le PTNB. En effet, **tous les acteurs s'accordent sur le fort intérêt du BIM**, notamment pour améliorer la **collaboration**, la **communication** et les **échanges de données** entre les acteurs. La **centralisation** est vue comme un atout majeur, permettant de suivre l'état du patrimoine de façon efficace et pérenne. Ainsi, si le BIM-GEM peut effectivement garantir la **continuité dans les interventions sur et la gestion du patrimoine** et la **continuité entre les phases de conception/construction et de GEM**, il faut souligner qu'une **sensibilisation** et une **montée en compétences homogène entre tous les acteurs** sont indispensables pour le succès du BIM-GEM.

## Introduction

La construction d'un ouvrage couvre une faible partie de la totalité de sa durée de vie. En effet, environ trois-quarts de la valeur d'un bâtiment est enregistrée après la livraison de celui-ci. La villa Savoye qui est l'un des lauréats du présent appel à projets (AAP), en est un exemple : la phase d'utilisation d'un ouvrage peut dépasser de façon non négligeable la durée de la phase de construction, qui dure en moyenne entre 3 et 5 ans. Ainsi, la gestion, l'exploitation et de la maintenance des bâtiments sont essentiels à l'allongement de la durée de vie de ces derniers.

Le BIM peut contribuer à optimiser les processus de Gestion, d'Exploitation et de Maintenance (GEM) :

- Son **caractère collaboratif** facilite **l'interaction** et les **échanges** entre les différents acteurs concernés par la gestion d'un bâtiment ;
- Son **caractère intégrateur** de données mises à jour permet de réaliser le suivi de l'état du bâtiment et des équipements techniques ;
- Son **caractère visuel** facilite la communication avec les différentes parties prenantes.

Cependant, de nos jours, seuls quelques projets sont numérisés. Un effort vers une généralisation de la maquette numérique doit être réalisé. C'est dans ce sens que le PTNB a lancé cet AAP, afin de tirer les **enseignements nécessaires pour la modélisation et l'exploitation de la maquette numérique dans le cadre de la démarche de GEM**.

## 1. Objectifs de l'appel à projets

Le PTNB cherche à spécifier et exprimer les **conditions de la maquette numérique** et du BIM sur les différentes phases incluses dans la GEM. Ceci passe par la sélection de :

- Un ou plusieurs maîtres d'ouvrage public ;
- Un ou plusieurs gestionnaires de patrimoine privé ;
- Un ou plusieurs constructeurs de maisons individuelles.

Une attention particulière a été accordée à **l'usage de la maquette numérique dans la démarche de GEM**, dans un souci de calibration et d'affinement des projets sélectionnés.

## 2. Approche méthodologique

La méthodologie employée ainsi que les outils déployés par le candidat devaient être présentés dans le dossier de candidature. Dans le cadre des outils déployés, la **récupération des données** et des informations produites lors de la phase de conception et exécution visant la préparation de la GEM devait être explicitée.

Afin de développer l'aspect numérique permettant un échange de données mises à jour entre les différents acteurs, une exigence particulière devait être portée sur :

- La **sauvegarde** et la **gestion** des données ;
- La modalité d'obtention de leur **pérennité**.

A l'issue de l'expérimentation, plusieurs livrables ont été rédigés par les porteurs de projet. L'objectif consistait notamment à détailler les retours d'expérience du projet.

Les quatre livrables requis dans le cadre de l'AAP sont :

- Un livrable technique qui évalue la **faisabilité du projet**, en mettant en avant les conditions de réussite, les points de vigilance, notamment en termes d'interopérabilité des solutions logicielles utilisées par les différentes équipes du projet. Les difficultés rencontrées dans le cadre du recueil de données, de leur traitement par rapport à un usage et du stockage de l'information numérisée étaient aussi à analyser ;

- Un livrable organisationnel qui apprécie les **changements induits par la démarche BIM-GEM** et le traitement de l'information ainsi que les besoins de renforcement de la collaboration aux différentes étapes du projet ;
- Un livrable financier qui analyse le **financement du projet** et isole les coûts engendrés par l'utilisation de la maquette et des différents outils numériques ;
- Un livrable final qui contient les **conclusions et recommandations** de la maîtrise d'ouvrage par rapport aux objectifs de l'AAP ainsi que les points d'amélioration.

### 3. Chiffres-clés

---

Dix projets ont été subventionnés par le PTNB dans le cadre de l'AAP dédié à l'expérimentation du BIM dans le cadre de GEM. Les projets sélectionnés se déroulent dans les départements indiqués sur la figure 1. Cette carte présente les lieux de déploiement des différents projets pilotes.

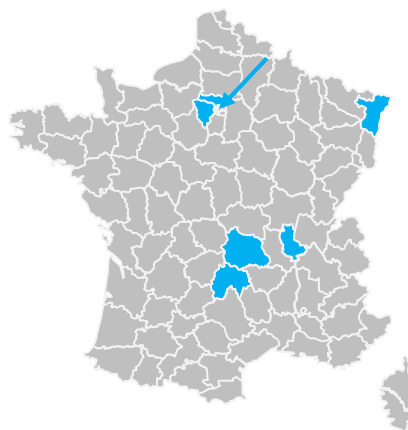


Figure 1 - Couverture géographique des projets lauréats (la flèche pointe sur Paris)

Le montant total accordé par le PTNB, en termes de subvention, pour ces dix projets est de 398 175 €. La répartition de ce montant allait de 20 000€ par lauréat à 60 000€. Quant au pourcentage des moyens économiques totaux déployés par les lauréats couverts par le PTNB, les valeurs sont relativement hétérogènes, allant de 20,9% pour l'Institut Français pour la Performance du Bâtiment (IFPEB) à 75,03 % pour Ophis du Puy-de-Dôme. Ceci illustre à quel point les acteurs étaient divers et les projets déployés de taille différente.

### 4. Enjeux relatifs à l'intégration du BIM

---

La GEM d'un bâtiment suppose un travail important et des **échanges nombreux** entre parties prenantes, telles la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, les intervenants techniques et les locataires. Le développement des outils BIM offre d'intéressantes possibilités, notamment la **centralisation des données** et l'optimisation de leur **accessibilité**. Le secteur GEM couvrant un vaste ensemble d'activités, différentes applications du BIM sont possibles. Notamment, il permet d'améliorer la gestion de :

- L'état technique de l'ouvrage et des équipements ;
- Les occupations, les affectations et les surfaces ;
- L'inventaire mobilier et des équipements ;
- Les interventions de grosses réparations et gros entretien ;
- Les travaux réalisés ;
- Les contrats des équipements ;
- Les diagnostics et contrôles réglementaires ;
- Les garanties, labels, certifications et autres.

L'accès facile et paramétrable à la maquette pour les différents acteurs constitue un autre avantage de la démarche BIM, qui offre en somme de nombreuses possibilités d'amélioration de la gestion patrimoniale et des bâtiments existants. Et ce, portant bénéfice au propriétaire du bâtiment, à l'intervenant, au locataire, etc.

En outre, la numérisation permet **la visualisation du projet et facilite la communication et collaboration entre acteurs.**

Un des problèmes clés de la gestion patrimoniale réside dans **la dispersion et le manque d'exactitude** de la donnée patrimoniale. Celle-ci peut se retrouver sous des **formats différents** et à des **emplacements distincts** : sous la forme de **dossiers d'ouvrages exécutés**, qui peuvent être au format matérialisé ou dématérialisé, ou bien sous la forme de fichiers décrivant les **différentes interventions** qui se sont produites pendant le cycle de vie. En outre, il est souvent observé une certaine **divergence entre l'information numérique stockée et le bâtiment réel**, notamment dans le cas où l'ouvrage en question ne dispose pas d'une maîtrise d'ouvrage professionnalisée.

Dans un souci de représentativité de l'état actuel de la démarche BIM-GEM, les parties prenantes des projets choisis sont issus de **secteurs distincts** : MOA public, gestionnaire de patrimoine privé ou constructeur de maisons individuelles (cf. *1. Objectifs de l'appel à projets*). Leur approche et leurs intérêts sont différentes mais l'utilité du BIM est toujours mise en avant, comme le montreront les enseignements tirés des expérimentations présentés à la fin du document.

## Description de l'appel à projets et des travaux menés (aperçu des lauréats de l'appel à projet, contenu des projets et comparaison sur des critères définis, moyens mis en œuvre)

### 5. Composition des lauréats

Les dix lauréats retenus peuvent être distingués selon leur caractère public ou privé :

- Lauréats du secteur public :
  - Centre des Monuments Nationaux (CMN) ;
  - Ophis du Puy-de-Dôme ;
  - France Habitation ;
  - Batigère Île-de-France ;
  - Logisens ;
- Lauréats du secteur privé :
  - Monoprix ;
  - FONCIA IPM ;
  - FONCIA Strasbourg ;
  - Proudreed Alpha ;
  - L'IFPEB (Association d'entreprises privées).

La répartition du caractère privé/public est bien homogène et garantit une certaine **diversité du panel d'acteurs intéressés et concernés par la démarche BIM-GEM**. Parmi les lauréats publics, quatre sont des bailleurs sociaux, dont les enjeux relatifs à la gestion du bon état de leur patrimoine et de la gestion de la location et de la disponibilité sont particulièrement prégnants.

Le CMN est un **opérateur intégré**, responsable de la conservation, présentation et valorisation des monuments. L'aspect **collaboratif et intégrateur** du BIM représente donc un intérêt fort pour ce porteur. L'exploitation de la démarche **BIM** devait lui permettre de rationaliser, d'optimiser et d'informatiser la **GEM spécifique aux monuments historiques**, comprenant :

- La **conservation préventive** afin d'éviter la dégradation de la matérialité historique ;
- L'entretien au rôle d'établissement **recevant du public** (accueil, sécurité, incendie, etc.) ;
- L'entretien **courant** (abords, nettoyage, espaces verts, etc.)

Ophis, en tant que bailleur social, cherchait à **optimiser l'exploitation** de son parc immobilier, composé de plus de 16 000 logements, en tirant bénéfice des possibilités offertes par les outils BIM, notamment l'**aspect collaboratif et inter-métiers** qui permet d'en faire un véritable outil opérationnel. Le développement d'une **base de données fiable** permet l'accès pour l'ensemble de ses collaborateurs aux informations concernant le patrimoine. Ainsi, Ophis visait à placer la **donnée patrimoniale** au centre de son activité.

France Habitation, en tant que bailleur social, cherche à fournir des logements dignes au plus modestes. Les outils BIM, en tant qu'ils permettent de réaliser des suivis techniques, permettent de **répondre aux exigences de sécurité et de réglementation technique** des logements. De même, en apportant aux utilisateurs une base de référence technique centralisée, ils évitent les actions à faible valeur ajoutée et optimisent la gestion.

Batigère Île-de-France cherchait à améliorer ses prestations par la connaissance de la composition du patrimoine, de l'historique des interventions et l'approche collaborative du travail, notamment en intégrant les **prestataires**. Le choix de la tour H15 reposait sur le fait qu'il s'agit d'un **immeuble de grande hauteur (IGH)** qui vient d'être réhabilité. Un **DOE numérique**, trié par logement, était donc disponible. Les outils BIM présentaient un fort potentiel pour **améliorer et suivre l'exploitation et la sécurité de l'immeuble**.

Logisens, en tant que bailleur social, veut **intégrer les outils BIM** dans son progiciel de gestion intégrée (**ERP**) déjà performant afin d'atteindre une **meilleure maîtrise de son parc immobilier**. En outre, la montée en compétences sera d'autant plus importante que le contexte est **techniquement complexe**. En effet, il s'agit d'un **bâtiment ancien sans plans à jour**, ce qui constitue un défi en termes de numérisation et d'utilisation du BIM.

Monoprix visait une **maîtrise du cycle de vie** de ses actifs ainsi que le **suivi des maintenances** réalisées, deux enjeux majeurs de la vente au détail. **L'identification des équipements** spécifiques, leur analyse et la possibilité de prendre action selon les recommandations des experts sont des atouts pour ce lauréat.

FONCIA IPM doit répondre aux **différentes couches de responsabilités** liées à la fonction *Property Management*. L'expérimentation avec les outils BIM est un moyen d'assurer le **pilotage de la vie d'un bâtiment** (technique, juridique, comptable, sureté et développement durable) et donc de répondre à cette demande.

FONCIA Strasbourg voit dans les outils BIM, **par leur utilisation inter-métiers**, un fort potentiel dans la gestion technique des bâtiments, en particulier pour les **bâti anciens** comme « Le Major » qui doit faire l'objet d'un Diagnostic Technique Global (DTG). En outre, BIM peut apporter des bénéfices dans la gestion de la **copropriété**.

Proudreed Alpha, première **foncière privée française**, souhaitait tirer avantage des outils BIM afin d'optimiser la gestion de son parc immobilier, notamment à travers une meilleure précision du **planning et du détail de l'exécution** et une extension facilitée du bâtiment. **L'aspect collaboratif** du BIM apporte un grand plus, permettant non seulement d'améliorer **l'accessibilité de la donnée par tous les acteurs** grâce à la centralisation et concentration de celle-ci, mais est aussi d'en simplifier la recherche, le partage et l'exploitation tout en mettant l'accent sur la **pérennité**.

L'IFPEB cherchait à optimiser la collaboration entre ses différents membres. Dans le cadre du Campus Eiffage, l'utilisation des outils **BIM-GEM** permettait de s'orienter vers une **centralisation de l'information** et une **aisance de consultation des données**. Ceci faciliterait et améliorerait les services généraux (recherche d'occupants, de matériel, disponibilité des locaux), la validation et la redirection de la demande d'intervention, la visualisation de l'historique des interventions, etc. Ses objectifs peuvent être synthétisés en la volonté de réussir la **passage du BIM au BIM-GEM** et définir une **vision performancielle et multi-acteurs** du BIM-GEM.

## 6. Objectifs

---

Malgré la diversité des lauréats et de leur positionnement quant à l'intégration du BIM, des objectifs globaux communs peuvent être mis en avant :

- Faciliter la **collaboration entre les acteurs de la GEM** : définir une vision et des méthodes partagées entre les différentes parties prenantes est un enjeu essentiel pour la réussite du BIM-GEM ;
- Evaluer la **compatibilité du BIM-GEM** avec leur démarche de gestion patrimoniale : évaluer faisabilité de l'intégration du BIM dans les processus et fonctionnement interne des lauréats permet d'identifier les besoins de renforcement.

Le premier objectif rend compte de la volonté des lauréats de s'insérer dans une **logique de travail collaboratif**, en **abandonnant l'ingénierie séquentielle** qui, de nos jours, caractérise la façon de procéder en France. Les études de marché, les retours d'expérience, les enquêtes, les échanges avec les différentes parties prenantes étaient les moyens privilégiés pour cet objectif.

Le deuxième objectif cherchait à étudier la faisabilité d'une **intégration de la maquette numérique dans leur fonctionnement**, tant d'un point de vue **organisationnel**, que d'un point de vue **technique** et **financier**. Techniquement, le défi principal résidait dans **l'interopérabilité avec les moyens de gestion du bâti existant déjà en place**. Un des principaux écueils à éviter était la dégradation de la maquette pour assurer la compatibilité. La faisabilité et la pertinence des outils BIM doivent être évaluées avant que ne débutent les investissements puisque la mise en place de cette démarche numérique s'avère coûteuse (besoins en logiciels, en matériel informatique, en formation et sensibilisation du personnel, etc.) alors que les gains ne sont pas encore bien connus. Des tests, des analyses de pratiques et la définition de référentiels sont, entre autres, des moyens déployés pour atteindre cet objectif.

## 7. Type de bâtiment développé

---

Les bâtiments supports au déploiement des dix projets sont, comme les lauréats, un mélange de bâtiments publics et privés. Tous les bâtiments publics sont des **logements sociaux**, à une exception près : la villa



Savoie, **bâtiment public tertiaire**. Quant aux bâtiments privés, tous appartiennent au domaine tertiaire, sauf le projet pilote de Foncia Strasbourg :

- Un magasin Monoprix à Paris ;
- Immeuble comprenant 7 niveaux de bureaux sur rez-de-chaussée à Paris ;
- « Le Major » : immeuble de 53 lots de logements à Strasbourg ;
- Des bureaux d'activité à construire et à mettre en location à Dardilly ;
- Le Campus Eiffage à Vélizy.

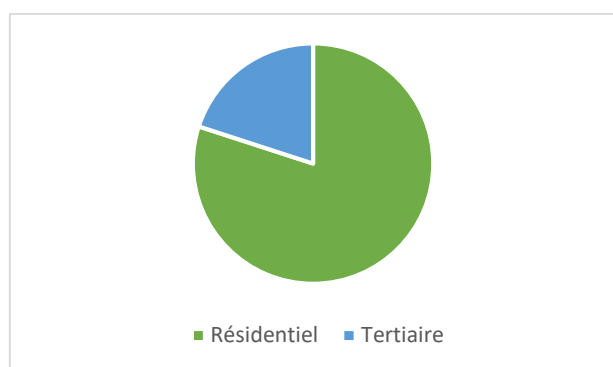


Figure 2 - Bâtiments publics

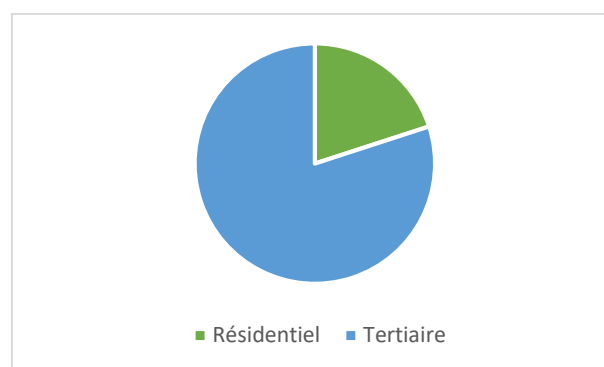


Figure 3 - Bâtiments privés

Ainsi, les enjeux relatifs à la mise en œuvre du BIM dans ces bâtiments ainsi que les défis techniques à relever diffèrent. Dans le cas d'un bâtiment ayant vocation à recevoir du public de façon constante, ce qui est le cas de la villa Savoie, le porteur de projet et les équipes partenaires doivent **porter une attention particulière aux flux des visiteurs et à leur sécurité**. Dans le cas d'un bâtiment résidentiel, par exemple lorsqu'il s'agit de logements publics, les futurs propriétaires ou locataires pourront bénéficier de l'outil BIM pour participer au processus de rénovation ou autre, afin d'adapter le logement à l'usage qu'ils voudront en faire. Et ce, notamment à travers la visualisation rendue possible par la maquette numérique.

Cependant, les intérêts principaux pour les bâtiments présentés consistent dans la possible **association des différentes parties prenantes** et **l'accès à des données centralisées** afin d'optimiser la gestion technique et locative.

## 8. Etapes du bâtiment où le BIM est intégré

Dans le cadre du BIM-GEM, le BIM est toujours intégré dans la phase d'**usage** du cycle de vie. En effet, il s'agit de la gestion, la maintenance et l'exploitation du bâtiment., qui par définition se produit lorsque l'ouvrage a été livré. Les utilisations possibles du BIM dans ce contexte ont été présentées dans le paragraphe 4, portant sur les enjeux relatifs à l'intégration du BIM.

## 9. Intégration et implications des parties prenantes

Les dix projets cherchaient à montrer, entre autres, l'intérêt du BIM-GEM comme **vecteur de collaboration** entre les partenaires du projet. La mise en place de réunions de démarrage, d'échange, de suivi sont essentielles pour que chaque acteur du cadre GEM trouve ses besoins couverts par le développement de la démarche BIM. Les **réunions de cadrage** entre les équipes du projet permettent de faire le point sur l'avancement et de s'accorder sur les prochaines étapes en actualisant la démarche face aux différents obstacles rencontrés, comme le souligne Proudreed Alpha. L'utilisation du BIM comme outil de **communication et sensibilisation** a aussi été déployée par l'IFPEB, lors de son événement public le 12 décembre.



La maquette numérique constitue aussi un **outil clé dans la réussite des réunions d'information** puisqu'elle rend possible une **communication claire et efficace** qui ne suppose pas la compréhension complète du fonctionnement des outils techniques. Cet aspect est important pour les projets portant sur des bâtiments publics à forte valeur culturelle et à fort impact auprès des riverains, comme l'illustrent respectivement les projets de la villa Savoye et la tour H15. Dans le cadre de la copropriété, les échanges avec les différents propriétaires étaient nécessaires pour garantir le bon déroulement du projet.

L'utilisation d'une **convention BIM** permet la définition des **standards à suivre pour les échanges** et les mises à jour. Le partage de documents entre les différentes parties prenantes se heurte à l'obstacle de la **compatibilité** entre les différents logiciels métiers. Ceux-ci travaillent avec **différents formats**, disposent de différentes **définitions des objets à modéliser**, etc. La mise en place et utilisation de standards est donc un point crucial pour rendre possibles les échanges entre différents métiers et donc permettre l'usage commun et collaboratif d'un ouvrage existant.

Un autre problème technique qui limitait l'intégration des parties prenantes était le **manque de connaissances sur BIM** des participants. Des **formations** et du **support** assuré par des experts ont donc été déployés afin de garantir **une appropriation et une exploitation correctes** du processus et des outils de gestion techniques.

Finalement, les **retours d'expérience** des différentes étapes des projets ont joué un rôle clef dans l'étude de la  **faisabilité** du processus BIM-GEM et **l'amélioration continue** des différentes solutions proposées.

## 10. Technologies déployées

---

Les **technologies déployées** par les différents projets sont similaires.

Les logiciels métiers et les technologies de relevé, si précisées, étaient similaires aux différents projets :

- Relevé :
  - Scanner Laser Faro Focus (CMN et Proudreed Alpha) ;
  - Scanner Laser Faro-M70 (Logisens) ;
  - Drone DJI Phantom 4 Pro (Proudreed Alpha).
- Modélisation :
  - Revit (utilisé par tous les lauréats) ;
  - ArchiCAD (utilisé par la majorité des lauréats) ;
  - Des logiciels alternatifs tels Allplan, BIMersion, NAVISWORKS Manage et RECAP 360 Ultimate ont été utilisés par certains lauréats afin de réaliser des comparaisons.

Les échanges entre ces différents logiciels se sont toujours produits en **IFC**. Certains lauréats ont exploré des formats alternatifs :

- GLTF (Monoprix) ;
- Open dthX (France Habitation).

Les bibliothèques/bibliothèques déployées sont :

- BIM Surfer (Monoprix) ;
- MydatBIM (France Habitation) ;
- A-BIME (CMN).

En raison de la diversité des logiciels métiers utilisés dans un même projet (modélisation, gestion technique du patrimoine, gestion locative, etc.), la **compatibilité avec le format IFC** a posé quelques problèmes, par exemple lors des exports avec Revit. Le **paramétrage des exports** est essentiel pour **limiter la perte d'informations** lors du passage en IFC, notamment du fait d'une mauvaise **affectation des objets aux classes IFC**.

Différentes solutions à ces problèmes ont été proposées par les lauréats :

- Insertion **d'adresses URL** directement cliquables donnant accès à des fichiers paramétrables (Monoprix et Proudreed Alpha) ;

- Utilisation de **plateformes collaboratives** proposant des pistes d'exploitation (*voir suivant paragraphe*);
- Développement de **plugins spécifiques** :
  - Plugin datBIM pour REVIT et un plugin d'extraction générant des fichiers Excel (France Habitation);
- **Scripts de contrôle** de cohérence avec le progiciel de gestion (Ophis);

## 11. Mode de sauvegarde et de gestion des données et pérennisation des informations

Certains lauréats ont eu recours à une **plateforme collaborative pour sauvegarder et gérer les données** :

- Monoprix a utilisé GreenFlex IQ en lien avec sa collaboration avec GreenFlex, qui est en train de développer ladite plateforme ;
- Proudreed Alpha voit dans le développement d'une plateforme web la possibilité de maintenir un **lien durable entre la maquette et la donnée exploitable** qui serait hébergée sur le site ;
- FONCIA, dans ses deux projets, a utilisé la plateforme collaborative BIMdata.io, qui fournit le **serveur de données** et permet la **sauvegarde automatique et paramétrable** ;
- France Habitation a utilisé la bibliothèque MydatBIM, accessible à travers d'un navigateur internet et qui sauvegarde les informations ;

Les autres lauréats ont porté leur attention sur **les bases de données et les serveurs**, sans développer ou utiliser une plateforme collaborative. Néanmoins, les garanties nécessaires dans les deux cas étaient similaires : sécurité, fiabilité et unicité de la donnée, sauvegarde paramétrable et locale.

La **pérennisation** des données a été abordée par tous les lauréats, notamment à travers le souci de garantir une interopérabilité maximale, qui permette la mise à jour des informations de la maquette. Les processus mis en place ou identifiés incluent, entre autres, le développement de plugins, l'utilisation d'adresses URL et la possibilité de modifier et mettre à jour les fichiers partagés dans la plateforme (présentés dans *10. Technologies déployées*).

## Analyse de l'appel à projet

### 12. Coûts de déploiement

Les principaux coûts liés au déploiement des projets étaient relatifs à :

- La **formation** des équipes ;
- Les besoins en termes d'**équipement informatique et de licences d'exploitation**.

### 13. Intérêt perçu du BIM (coopération des acteurs / coûts des projets / etc.)

Tous les lauréats s'accordent sur les principaux intérêts du BIM :

- **Centralisation** des données ;
- **Valorisation et pérennisation** des données sur le patrimoine ainsi que meilleure connaissance de celui-ci ;
- **Optimisation** de la gestion et de la qualité des prestations ;
- Meilleure **collaboration** et partage de données facilement interprétables et accessibles entre les acteurs ;
- **Gain de temps et productivité** et **maîtrise des dépenses**.

En outre, certains lauréats dont les projets sont plus spécifiques à leur secteur d'activité, tels le CMN dans la conservation du patrimoine culturel et Monoprix dans la vente en détail, ont identifié des apports spécifiques du BIM, en particulier dans la gestion des contrats, de leurs équipements, de l'état technique du bâtiment, permettant de garantir la sécurité du public. Ce dernier apport est d'autant plus important que ces établissements reçoivent un grand nombre de visites par jour. En outre, la **pratique de la rétro-ingénierie** a été identifiée par CMN comme un moyen pour comprendre les causes d'une pathologie actuelle et ainsi améliorer conservation de son patrimoine culturel.

Dans un autre contexte, Proudreed Alpha a aussi identifié la possibilité de **géolocaliser les équipements** comme un grand atout. Ainsi, la possibilité de conserver le lien entre géométrie et donnée est fortement attirante.

Ainsi, le BIM est garant d'une meilleure **compréhension entre les acteurs**, notamment à travers une **meilleure valorisation et gestion des données**. Cet intérêt se traduit en un **gain d'efficacité, de temps, de productivité et donc des économies financières**.

### 14. Difficultés et leviers d'action

La difficulté majeure, soulignée par l'ensemble des porteurs de projets, réside dans le **manque d'interopérabilité**. Ce frein peut occasionner une perte de données, notamment dans le cadre des exports de Revit vers le format IFC. La **standardisation** est le levier d'action essentiel identifié par tous les lauréats. Les autres réponses et solutions proposées ont été citées auparavant (cf. 10. *Technologies déployées*).

Comme précisé en introduction, un des obstacles majeurs dans la gestion patrimoniale réside dans la **dispersion de la donnée patrimoniale**. Ceci se traduit par une difficulté technique et organisationnelle : il est nécessaire que quelqu'un possède en interne les **compétences requises** pour comprendre et exploiter les différents supports sur lesquels se trouvent les données. En outre, les emplacements étant distincts, la collecte des données est un processus **extrêmement chronophage**. Un des leviers d'actions proposés par Proudreed Alpha consiste à réaliser un relevé de grande précision en utilisant un drone en plus du scan laser. Ceci permet d'incrémenter la précision et la rapidité de la modélisation.

Le **besoin d'une formation** dans la plupart des cas afin de s'approprier les différents outils et documents développés posait une difficulté en **termes budgétaires et organisationnels**. En effet, le manque de maturité de certains acteurs a entraîné des problèmes dans l'interfaçage des données de la maquette et des autres bases de données. Ce processus reste, dans la majorité des cas, complexe et manuel. Un des moyens de

remédier aux coûts temporel et financier de la formation est l'utilisation des modules en ligne (MOOC) qui permettent au personnel d'y avoir accès à distance et selon leur disponibilité horaire.

La **définition du niveau de détail nécessaire** est également un obstacle technique à surmonter, d'autant plus que les différents acteurs ont des besoins spécifiques. Il fallait donc un accord préalable sur les données utiles à la modélisation. Des tests successifs et l'interaction entre les différents acteurs est le levier d'action principal. Ainsi, France Habitation a réalisé 48 versions du livrable jusqu'à résoudre la **granulométrie** caractéristique des interactions entre différents métiers. La solution proposée consiste à partir du fichier le plus détaillé puis réaliser une extraction en plusieurs temps, qui réduira le niveau de précision jusqu'à atteindre le niveau désiré.

Une dernière difficulté mise en avant par certains des lauréats, notamment ceux qui ont expérimenté dans des **bâtiments en copropriété** concerne précisément les spécificités de ce type de propriété. D'un côté, l'incitation des copropriétaires peut poser problème du fait du **manque de sensibilisation** et de compréhension de la démarche BIM. D'un autre côté, la copropriété entraîne des spécificités juridiques dont il faut tenir compte, notamment la gestion du droit de **propriété** des données. Les problèmes juridiques concernant les données apparaissent aussi en termes de **confidentialité**. En effet, centraliser les données et les rendre accessibles aux différents acteurs suppose qu'une attention particulière soit portée aux droits d'accès.

## Conclusions et recommandations vis-à-vis de l'objet des appels à projet

### 15. Analyse financière de l'intégration du BIM

Dans le cadre de cet AAP, la subvention accordée par le PTNB couvrait les **dépenses en personnel et en équipements**. Cependant, les projets pilotes subventionnés se concentraient sur la numérisation de bâtiments existants par sous-traitance et la réalisation de tests de compatibilité avec leurs progiciels ou autre. Ceci explique que dans seulement deux des dix projets (Proudreed Alpha et CMN) la partie « équipements » subventionnée par le PTNB soit non nulle. En général, les porteurs de projets et leurs partenaires possédaient déjà les équipements informatiques nécessaires pour leur projet d'expérimentation. Ainsi toutes les dépenses, à ces deux exceptions près, concernaient les **moyens humains déployés et les formations** (voir Figure 4).

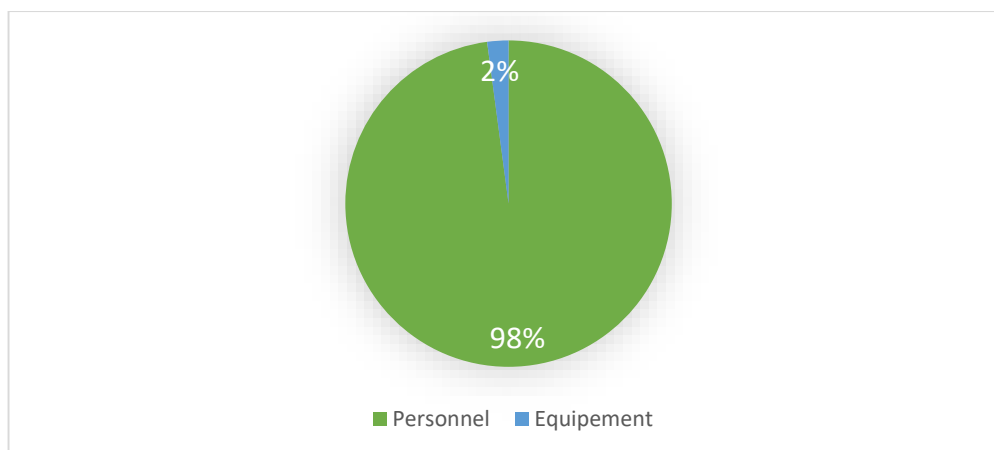


Figure 4 - Dépenses subventionnées par le PTNB

Il est cependant important de noter que l'intégration du BIM requiert des **investissements** élevés en termes d'équipement informatique et de logiciels. De plus, la plupart des lauréats possèdent déjà des progiciels de gestion (locative ou technique) de leur patrimoine qu'ils doivent adapter voire changer pour assurer la compatibilité avec les outils BIM. Ceci est une source de dépenses importante, d'autant plus qu'elle devrait être répétée si des mises à jour significatives dans la démarche et les outils BIM se produisent.

### 16. Succès de l'expérimentation

Les retours d'expérience montrent que, de manière générale, **la collaboration des acteurs a bien fonctionné dans cet AAP**. La définition de cahiers des charges spécifiques à chaque projet a été un garant majeur de ce succès. Certains lauréats ont cependant souligné l'aspect limitant du **manque d'interopérabilité** : Batigère a en particulier mis en avant le fait que l'absence de compatibilité entre la maquette développée et les logiciels des collaborateurs entraînait une complication dans l'exploitation de la maquette par ces derniers et donc dans le bon déroulement du processus et de la collaboration.

D'un autre côté, les projets ne concluent pas totalement quant à la **compatibilité du BIM avec leur fonctionnement interne**. Si les apports de cette démarche sont évidents pour tous, les **changements organisationnels et les obstacles techniques** restent importants. De nombreux lauréats mettent en avant un **manque d'automatisation** du processus, qui s'explique en partie par le **manque d'interopérabilité**. Ce résultat n'est pas étonnant étant données les modifications importantes que sont en train de subir les différents outils techniques liés à la démarche BIM. L'intérêt porté par les différents développeurs de logiciels permet d'espérer que les besoins de renforcement en termes organisationnels et techniques seront plus clairs dans un futur proche.

Les principaux enseignements tirés des expérimentations sont résumés ci-dessous :

- Chaque projet doit bénéficier d'une **charte de modélisation personnalisée** qui précise la **structuration de données**. En effet, les différents métiers requérant des informations spécifiques sur

un même objet, il convient, **en amont** de la modélisation, de mener une réflexion commune sur l'intégration des différentes exigences en termes d'attributs des objets,. Cette granularité peut être structurée de façon à partir du **maximum de précision** requis qui permette, par des **extractions successives**, d'obtenir le niveau de détail désiré. Les rôles des acteurs ainsi que les modalités de leurs échanges doivent être précisés et respectés afin que la démarche BIM-GEM soit un succès ;

- Le **degré de connaissance** de l'outil BIM joue un rôle déterminant aussi, notamment dans le cadre de gestion des problèmes de compatibilité inter-logiciels. La connaissance du fonctionnement des outils BIM, de l'exportation en IFC et de l'import de fichiers permettrait aux acteurs de prévoir les difficultés et d'optimiser le travail de façon qu'il soit exploitable par les autres partenaires ;
- Des problèmes juridiques en termes de **droits de propriété et de confidentialité des données** peuvent apparaître dans le cadre des copropriétés ou de l'exploitation de données obtenues dans d'autres projets.

## Conclusion générale

Les différents retours d'expérience des lauréats montrent l'utilité de l'AAP lancé par le PTNB. En effet, **tous les acteurs s'accordent sur le fort intérêt du BIM**, notamment pour améliorer la **collaboration**, la **communication** et les **échanges de données** entre les acteurs. La **centralisation** est vue comme un atout majeur, permettant de suivre l'état du patrimoine de façon efficace et pérenne. La maquette numérique est un **outil essentiel pour implémenter un travail collaboratif** entre l'ensemble des parties prenantes et **gérer** un patrimoine étendu. En outre, la **diversité** des acteurs sur un même projet présente un avantage à deux niveaux, en garantissant dans un premier temps la **multiplicité des approches métiers** et dans un second temps la diffusion de la démarche BIM sur d'autres opérations (puisque les parties prenantes constituent des **vecteurs de diffusion de l'expérimentation**).

Cependant, de nos jours, certaines technologies liées aux outils BIM ne sont pas encore suffisamment au point, comme le montrent les **problèmes liés à l'interopérabilité** entre les différents logiciels métiers, et même **l'absence de traducteurs gratuits et performants entre différents formats**. L'intérêt porté par les éditeurs de logiciels laisse cependant espérer que ces différents obstacles seront bientôt surmontés.

Une fois les difficultés techniques de développement relatives au *software* surmontées, la question qui se pose concerne la justification du déploiement de la stratégie BIM-GEM : est-elle justifiable d'après les résultats obtenus ?

En premier lieu, un point en commun peut être identifié entre la procédure BIM-GEM et celle du dossier de consultation des entreprises numériques : il est nécessaire que les équipes disposent d'un **niveau de maturité élevé** afin d'assurer une **exploitation correcte et efficace** des outils BIM et du format IFC. Pour cela, des **formations** doivent être proposées, ce qui suppose un **investissement important**. En outre, **l'équipement technique** (ordinateurs puissants, logiciels et licences) est un autre poste de dépenses à prendre en compte. Ces compétences et les échanges avec les différents acteurs de la GEM doivent permettre une meilleure **structuration des données** à modéliser dans la maquette. Il s'agit de **rendre exploitable la maquette numérique** par une correcte définition **du niveau de détail des objets**.

Si cette montée de compétences se produit de façon satisfaisante et homogène parmi les différentes parties prenantes, la démarche BIM-GEM apparaît comme **fortement pertinente**. Elle permet de **réunir les données** portant sur les différents cas d'utilisation présentés dans la section « 4. Enjeux relatifs à l'intégration du BIM », un avantage non négligeable pour les gestionnaires du patrimoine et les collaborateurs sous contrat pour la gestion de celui-ci. Cette centralisation des données permet en effet de **mieux maîtriser le cycle de vie** des ouvrages, notamment à travers le suivi de la maintenance et le pilotage des contrats. En outre, il s'agit d'un **outil de diagnostic et d'aide à la décision** qui permet de tenir compte des différentes couches de responsabilité des acteurs et d'établir un plan pluriannuel de maintenance.

Le BIM-GEM est donc un **outil pertinent et à développer** puisqu'il s'inscrit dans la **logique actuelle de la numérisation des données** et du développement du **travail collaboratif**, à condition que l'interopérabilité soit garantie et que la montée en compétences des acteurs de la construction se poursuive. En effet, les lauréats considèrent que les prochaines étapes à suivre sont le déploiement de plusieurs projets pour continuer l'expérimentation et améliorer l'outil numérique, mais en aucun cas la démarche BIM est à mettre de côté, voire à abandonner. Le BIM-GEM pourrait se présenter comme la **garantie d'une continuité dans les interventions sur et la gestion du patrimoine** et assurer en même temps une **continuité entre les phases de conception/construction et de GEM**. Enfin, il convient de souligner que le développement du BIM-GEM et la sensibilisation des parties prenantes à cette démarche permettrait de **valoriser les métiers de l'exploitation et de la gestion**.